

STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA (PLTBm) SAWIT PADA PT. FAJAR SAUDARA KUSUMA

Michel¹⁾, Junaidi²⁾, Danial³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email ¹⁾: michel261295@gmail.com

ABSTRAK

Biomassa yang terdapat pada industri pengolahan kelapa sawit merupakan produk sampingan seperti cangkang, serabut, tandan buah kosong dan pome. Limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit pada umumnya mengalami perlakuan yang berbeda. Serabut pada umumnya merupakan bakar utama boiler yang digunakan sebagai sumber energi pada proses pengolahan CPO (Crude Palm Oil) dan inti sawit (kernel), sebagian kecil dari cangkang juga digunakan sebagai bahan bakar boiler.

PT. Fajar Saudara Kusuma (FSK) setiap jamnya rata-rata mengolah 40 ton TBS/jam, serat dan cangkang telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan kebutuhan uap pembangkit tenaga biomassa (PLTBm) sawit. Dengan pemanfaatan tersebut maka penggunaan generator yang memakai bahan bakar minyak (BBM) dapat dikurangi hal ini tentu memberikan nilai tambah bagi perusahaan. Dari analisa yang dilakukan ternyata bahan serat dan cangkang yang dihasilkan ternyata mencukupi untuk memasok kebutuhan uap 16,8438 ton/jam untuk boiler., dengan energi yang dapat dibangkitkan di 1.252,99 kWh untuk memenuhi kebutuhan listrik pabrik.

Dalam setahun bahan serabut dan cangkang bahkan berlebih sebanyak 2.374,659 ton dan 5.598,503 ton menghasilkan energi sebesar 2.642.823,228 kWh dapat memenuhi kebutuhan genset sebesar 741.610 kWh, jika kebutuhan uap 16,8438 ton/jam untuk boiler dengan komposisi campuran bahan bakar yaitu serabut 82% dan cangkang 18% untuk penambahan waktu operasi PLTBm dengan daya yang dihasilkan 1.252,99 kW setiap jam bahan bakar yang tersedia yaitu cangkang 7.348,0811 jam dan serabut 684,1642 jam. Boiler berdasarkan kebutuhan uap jika tanpa komposisi campuran bahan bakar per jam yaitu untuk penambahan waktu PLTBm dengan energi yang dihasilkan 1.252,99 kWh bahan bakar yang tersedia yaitu bahan bakar yang tersedia murni menggunakan cangkang 1.469.4416 jam sedangkan serabut 547,3171 jam.

Kata kunci : Biomassa, Cangkang, Serabut, PLTBm

1. Pendahuluan

Provinsi Kalimantan Barat memiliki pertumbuhan kelapa sawit yang sangat luas. Peningkatan luas perkebunan kelapa sawit telah mendorong tumbuhnya industri-industri pengolahan, diantaranya pabrik kelapa sawit (PKS) yang menghasilkan minyak sawit (*Crude Palm Oil*) atau CPO. PKS merupakan industri yang sarat dengan residu pengolahan. PKS hanya menghasilkan 25-30% produk utama berupa 20-23% CPO dan inti sawit (kernel) [6]. Dari proses pengolahan tandan buah segar (*fresh fruit bunche*) menjadi CPO lebih kurang 42% nya akan menjadi limbah padat berupa tempurung (*shell*) sebanyak 6%, serabut (*fiber*) 13% dan tandan

kosong (*empty fruit bunches*) 23%. Dari hasil proses pengolahan tandan buah segar (*fresh fruit bunche*) menjadi CPO juga dihasilkan limbah cair POME (*Palm Oil Mill Effluent*) sebesar 65% [1]. PT. Fajar Saudara Kusuma yang terletak di Jl. Seminis, Dusun Maksari, Desa Sebawi, Kec. Sebawi, Kab. Sambas Kalimantan Barat salah satu pabrik pengolahan kelapa. Sumber energi yang terpasang pada pabrik kelapa sawit adalah 2 (dua) buah genset (*generator set*) dengan daya masing-masing yang sama yaitu 569 kW/757 hp (*horse power*), 1 buah genset dengan 200 kW/269 hp dan 2 (dua) buah steam turbin. Genset dengan 200 kW dioperasikan untuk mensuplai kebutuhan domestik dan penerangan pada malam hari dan 2 (dua) buah genset dengan kapasitas 569 kW/757 hp saat ini digunakan untuk penyalan dan proses pertama pabrik hingga

boiler pada pabrik menghasilkan uap (*steam*) dengan kapasitas yang diharapkan untuk menggerakkan turbin hingga menghasilkan energi listrik secara berkesinambungan.

Mengingat bahan limbah cangkang dan serabut berlebih cukup banyak sangat perlu dimanfaatkan dan penggunaan genset yang memerlukan biaya bahan bakar yang masih besar, maka diperlukan penyesuaian penjadwalan *boiler* tanpa harus menggunakan bantuan genset.

2. Dasar Teori

2.1. Biomassa

Biomassa adalah bahan biologis yang berasal dari organisme atau makhluk hidup. Biomassa terbentuk dari energi matahari yang telah ditransformasi menjadi energi kimia oleh tumbuhan hijau melalui proses fotosintesis. Karena itu biomassa lebih identik dengan tumbuhan dari pada hewan. Biomassa merupakan sumber energi yang paling populer yang dapat diperbaharui, sebagai sumber tidak akan pernah habis, karena bahan biologis yang di butuhkan untuk membuat energi biomassa akan selalu tersedia selama kehidupan di muka bumi ini masih ada [2].

2.2. Nilai kalor

Nilai kalor (HV) adalah jumlah energi yang dilepaskan ketika suatu bahan bakar dibakar secara sempurna dalam suatu proses aliran tunak (*steady*) dan produk dikembalikan lagi ke dalam bentuk reaktan. Besaran nilai kalor dari suatu bahan bakar sama dengan harga mutlak dari *entalpi* pembakaran bahan bakar.

Nilai energi merupakan karakteristik untuk setiap zat. Hal ini diukur dalam satuan energi per unit substansi, biasanya massa, seperti: kJ/kg, kJ/mol, kkal/kg, Btu/lb. *Heating value* umumnya ditentukan dengan menggunakan kalorimeter bom. Terdapat dua jenis nilai kalor yaitu [4]:

1. HHV (*Higher Heating Value*), yaitu nilai kalor atas. Nilai kalor atas ditentukan pada saat HO pada produk pembakaran berbentuk cairan.
2. LHV (*Lower Heating Value*), yaitu nilai kalor bawah. Nilai kalor bawah ditentukan saat H₂O pada produk pembakaran berbentuk gas.

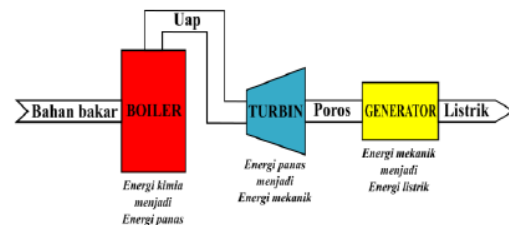
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

PLTU adalah pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik, dimana Suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang mengkonversikan energi kimia listrik

dengan menggunakan uap air sebagai fluida kerjanya. Uap air yang digunakan sebagai fluida ini di dapat dari hasil pembakaran pada boiler akibat reaksi kimia dari bahan bakar PLTU yang memanaskan air dari boiler [4]. PLTU adalah jenis pembangkit listrik tenaga *thermal* yang banyak digunakan karena efisiensinya tinggi sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. Energi kimia dalam bahan bakar dikonversi menjadi energi listrik pada PLTU.

Tahapan melalui proses konversi energi pada PLTU adalah :

- a) Energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperatur tinggi.
- b) Energi panas (uap) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran.
- c) Energi mekanik diubah menjadi energi listrik

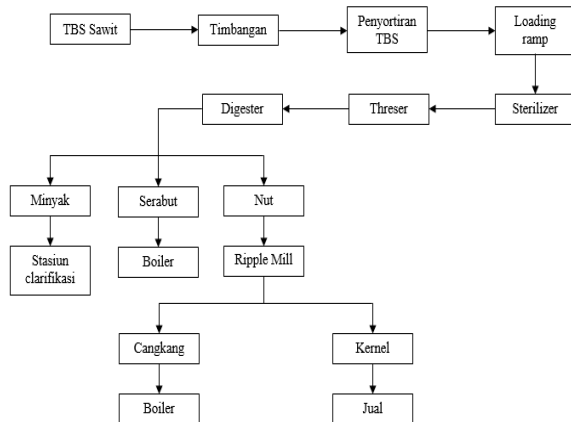


Gambar1. Proses Konversi Energi PLTU [4]

2.4. Proses Terjadinya Bahan Bakar PLTU

Buah kelapa sawit dari perkebunan yang berupa tandan buah segar dibawa menggunakan truk menuju ke pabrik kelapa sawit untuk di proses. Proses awal yang dilakukan pada pabrik kelapa sawit adalah perebusan tandan buah segar dengan menggunakan sterilizer yang bertujuan untuk memisahkan brondolan dari janjang kosong. Pada proses perebusan tidak semua brondolan terpisah dari janjang kosong sehingga dilakukan pemisahan lagi menggunakan *thresher*. Janjang kosong yang telah terpisah dari brondolan dikirim ke penampungan melalui *konveyor* yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman dan ada juga yang ditekan menggunakan *press manumancer* sehingga menjadi *fibre* sedangkan brondolan dimasukkan ke dalam *digester* yang bertujuan untuk menghasilkan minyak kelapa sawit yang berupa *crued palm oil* (CPO), kulit dari brondolan yang keluar dari *digester* menjadi serabut – serabut halus atau disebut *fibre*. *Fibre* yang berasal dari janjang kosong dan kulit brondolan ini yang di gunakan sebagai bahan bakar pada PLTU dan *nut* yang

keluar dari *digester* diproses lagi di dalam *polishing drum* yang bertujuan untuk memisahkan *fibreyang* masih menempel pada *nut*. Kemudian *nut* dipecah menggunakan *ripplemill* sehingga menghasilkan cangkang dan kernel. Kernel dijual sehingga menghasilkan minyak kelapa sawit berupa *Crued Palm Kernel Oil* (CPKO) yang diolah oleh pabrik lain sedangkan cangkang digunakan sebagai bahan bakar *boiler* pada PLTU [7].



Gambar 2.Siklus Proses Terjadinya Bahan Bakar PLTU [7]

3. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan Data sesuai dengan kebutuhan dalam perhitungan :
 - a. Data produksi sawit pada PT. Fajar Saudara Kusuma tahun 2017.
 - b. Data pengoperasian PLTBm PT. Fajar Saudara Kusuma tahun 2017.
 - c. Data pengoperasian genset (*generator set*).
2. Menghitung konsumsi bahan bakar boiler untuk PLTBm.
3. Menghitung potensi daya yang bisa digunakan untuk PLTBm dari sisa bahan bakar terlebih atau tersisa dengan langkah sebagai berikut :
 - a. Menghitung aliran uap didapatkan dari data *boiler* dan turbin pada pabrik dengan cara

$$Q = \frac{\eta EBB}{h_1 - h_2} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana :

Q :Jumlah uap masuk turbin, kg/detik

η :Efisiensi *boiler*

EBB :Energi bahan bakar

h_1 : Entalpi uap masuk turbin (kJ/kg)

h_2 : Entalpi uap keluar turbin (kJ/kg)

- b. Menghitung daya turbin

$$WT = Q (h_1 - h_2) \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

WT : Daya Turbin (kW)

Q : Jumlah uap masuk turbin, kg/detik

H : Entalpi uap masuk turbin (kJ/kg)

h_2 : Entalpi uap keluar turbin (kJ/kg)

h_0 : Entalphy isentropic (kJ/kg)

- c. Selanjutnya menghitung potensi daya listrik dengan cara daya turbin yang telah dihasilkan digunakan untuk menggerakkan generator box dan gearbox dengan cara seabagai berikut.

$$W = WT \times \text{Efisiensi generator} \dots \dots \dots (3.3)$$

4. Menentukan lama waktu dan kebutuhan limbah padat jika pembangkit listrik tenaga biomassa sawit dioperasikan sebagai pengganti genset (*generator set*).

4. Hasil Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi dan wawancara. Data yang dikumpulkan terdiri dari data produksi pada pabrik kelapa sawit, konsumsi bahan bakar *boiler*, energi yang dihasilkan turbin produksi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara diperoleh data produksi pada pabrik kelapa sawit seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Produksi pada Pabrik Kelapa Sawit

Bulan	Hari	Jam	TBS (Ton)	Cangkang (Ton)	Serat (Ton)
Januari	25	198,84	9.066,36	634,65	1.087,96
Februari	23	159,25	7.214,60	505,02	865,75
Maret	26	162,61	7.219,21	505,34	866,31
April	24	143,46	6.277,95	439,46	753,35
Mei	25	155,83	6.990,89	489,36	838,91
Juni	21	164,84	7.478,81	523,52	897,46
Juli	29	303,58	9.971,19	697,98	1.196,54
Agustus	29	325,08	11.180,52	782,64	1.341,66
September	26	352,72	12.947,82	906,35	1.553,74
Oktober	26	302,09	12.366,22	863,54	1.480,35
November	30	333,1	14.402,56	1.008,18	1.728,31
Desember	24	221,23	9.309,25	651,65	1.117,11
Total	308	2.822,63	114.425,38	8.007,69	13.727,45

Tabel 2. Konsumsi Bahan Bakar *Boiler*

Bulan	Hari	Jam	Bahan Bakar		Aliran Uap (Ton)
			Serat (Ton)	Cangkang (Ton)	
Januari	25	235	870,37	181,33	3.913,00
Februari	23	185	692,6	144,29	3.093,29
Maret	26	190	693,04	144,48	3.254,72
April	24	180	602,68	125,56	3.015,62
Mei	25	182	671,13	139,82	3.136,98
Juni	21	180	717,97	149,58	3.109,61
Juli	29	333	957,23	199,42	5.331,95
Agustus	29	358	1.073,33	223,61	5779,65
September	26	379	1.242,99	258,96	5.928,27
Oktober	26	327	1.184,28	246,72	5.661,88
November	30	362	1.382,65	288,05	6.575,28
Desember	25	251	893,69	186,19	4.460,12
Total	308	3162	10.981,96	2.287,91	53.260,39

Tabel 3. Energi yang dihasilkan Turbin

Bulan	Hari	Jam Kerja Turbin 1	Jam Kerja Turbin 2	kWh Turbin		Total
				Turbin 1	Turbin 2	
Januari	25	151	52	220.600	72.500	293.100
Febuari	23	98	70	134.500	96.500	231.000
Maret	26	90	83	119.300	112.000	231.300
April	24	70	75	93.000	102.100	195.100
Mei	25	85	76	109.300	96.000	205.300
Juni	21	87	80	112.900	106.000	219.700
Juli	29	139	171	167.000	213.000	380.100
Agustus	29	173	161	223.400	210.400	433.800
September	26	180	175	251.200	247.600	498.800
Oktober	26	131	180	182.200	258.400	440.600
November	30	201	205	201.400	302.600	504.000
Desember	24	108	126	150.700	178.500	329.200
Total	308	1.513	1.454	1.965.600	1.996.400	3.962.000

Tabel 4. Jam Kerja, Waktu, konsumsi dan Energi yang dihasilkan Genset 1 dan Genset 2

Bulan	Hari	Lama jam Kerja		Konsumsi Bahan Bakar	Energi (kWh)	
		Genset 1	Genset 2		Genset 1	Genset 2
Januari	25	87	114	3.135	42.500,00	44.500,00
Februari	23	83	59	2.983	39.400,00	30.200,00
Maret	26	75	94	2.559	31.200,00	35.800,00
April	24	60	79	2.318	26.300,00	32.500,00
Mei	25	60	64	2.547	30.300,00	25.400,00
Juni	21	30	79	913	13.000,00	46.810,00
Juli	29	61	71	2.151	25.800,00	29.300,00
Agustus	29	42	62	1.805	21.400,00	33.000,00
September	26	45	73	1.790	16.100,00	40.100,00
Oktober	26	84	60	2.476	27.600,00	30.400,00
November	30	72	53	2.243	23.400,00	30.300,00
Desember	24	94	88	2.771	31.700,00	34.600,00
Total	308	793	896	27.691	328.700,00	412.910,00

4.1. Konsumsi Bahan Bakar Cangkang dan Serabut pada *Boiler*

- Konsumsi bahan bakar selama satu jam 4,2328 ton bahan bakar/jam dengan komposisi (82%) serabut 3,47089 ton dan (18%) cangkang 0,7619 ton, akan menghasilkan daya sebesar 1.252,99 kW.
- 3,47089 ton bahan bakar serabut akan menghasilkan daya 1.002,392 kW, sedangkan 0,7619 ton cangkang menghasilkan 250,598 kW.
- Uap yang dihasilkan *boiler* selama satu jam adalah 16,8438 ton uap/jam memerlukan bahan bakar sebanyak 4,2328 ton bahan bakar/jam dengan campuran bahan bakar (82%) serabut 3,47089 ton dan (18%) cangkang 0,7619 ton menghasilkan daya sebesar 1.252,99 kW.
- 1 ton serabut menghasilkan 3,8822 ton uap dan 1 ton cangkang menghasilkan 4,421 ton uap.

4.2. Analisis Produksi Energi

Tabel 5. Energi yang Tekandung pada Limbah biomassa PKS

Bahan Biomassa	Nilai Kalor (kJ/kg)	Kapasita Olah (kg/jam)	Energi (kJ/jam)
Serabut	15641,79106	3470,89	54290936,16
Cangkang	17811,98693	761,80	13572734,04
Total	33453,77799	4232,80	67863670,2

Aliran uap (Q) dapat dihitung dari persamaan (3.1) dengan menggunakan campuran bahan bakar 82% cangkang atau 3.470,89 kg/jam dan serabut 18 % atau 761,8 kg/jam serabut maka kapasitas uap yang dapat dibangkitkan *boiler* adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{0.7 \times 67.863.670,2}{(3239,3 - 419)} = 16.843,8 \text{ kg uap/jam}$$

Uap yang dihasilkan adalah 16.843,8. Entalphy uap masuk adalah enthalpy uap yang dihasilkan boiler pada tekanan 27,94895 bar, temperatur 400 °C yaitu sebesar 3.226,3 kJ/kg. Entalphy isentropik adalah entalphy pada saat keluar turbin dengan kondisi isentropis pada tekanan vaccum 0.5 bar yaitu sebesar 2395.1 kJ/kg, efisiensi isentropis 63,39 %, maka daya dapat dihitung dari persamaan (3.2) :

$$\begin{aligned} W_T &= 16.843,8 \times 0.6339 \times (3.239,3 - 2395.1) \\ &= 9.013.763,845 \text{ kJ/jam} \\ &= 9.013.763,845 \times 0,000278 \text{ kWh} \\ &= 2505,826349 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya turbin digunakan untuk menggerakkan generator, efisensi generator dan gearbox sebesar 50%, maka energi listrik terbangkit adalah (3.3)

$$\begin{aligned} W &= W_T \times 50\% \\ &= 2505,826349 \times 50\% \\ &= 1252,913174 \text{ kW.} \end{aligned}$$

4.3. Kebutuhan Konsumsi Bahan Bakar Cangkang dan Serabut per Tahun

Dari hasil penelitian kebutuhan energi untuk PKS PT. Fajar Saudara Kusuma selama tahun 2017 seperti ditunjukkan pada tabel 2, maka besar kebutuhan konsumsi bahan bakar cangkang dan serabut dapat dihitung. Setiap 1 ton campuran cangkang 18% dan serabut 82% menghasilkan uap sebanyak 3,9793 ton. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuha uap selama januari 2017 di butuhkan.

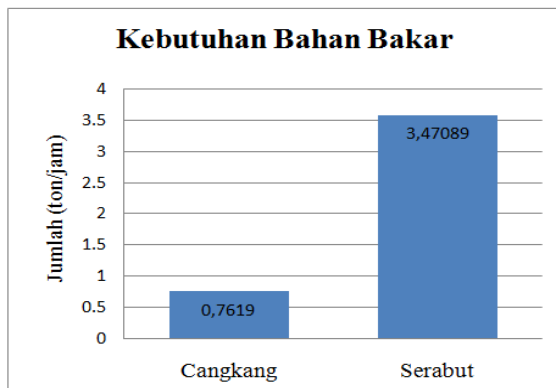
Banyaknya campuran bahan bakar $= \left(\frac{3.913}{3,9793} \right) = 983,3387$ ton. Atau, kebutuhan cangkang sebesar 18% x 983,3387 = 177,00096 ton dan serabut sebesar 82% x 983,3387 = 806,3377 ton. Dengan cara yang sama, kebutuhan bahan bakar pada bulan februari dan seterusnya dapat dihitung dan hasilnya ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 6. Kebutuhan Konsumsi Bahan Bakar Cangkang dan Serabut per Tahun

Bulan	Hari	Jam Kerja Boiler	Aliran Uap	Bahan Bakar		Bahan Bakar
				Cangkang (Ton)	Serabut (Ton)	
Januari	25	235	3.913,00	177,00096	806,3377	983,33867
Febuari	23	185	3.093,29	139,9221	637,423	777,3451
Maret	26	190	3.254,74	147,2251	670,6925	817,9176
April	24	180	3.015,62	136,4088	757,8267	894,2355
Mei	25	182	3.136,98	141,8984	646,4261	788,3245
Juni	21	180	3.109,61	140,6603	640,786	781,4463
Juli	29	333	5.331,95	241,185	1.339,92	1.581,11
Agustus	29	358	5.779,65	261,4371	1.190,99	1.452,43
September	26	379	5.928,27	268,1598	1.221,62	1.489,78
Oktober	26	362	5.661,98	256,1144	1.166,74	1.422,86
November	30	362	6.575,28	297,4267	1.354,94	1.652,37
Desember	24	251	4.460,12	201,7494	919,0808	1.120,83
Total	308	3162	53.260,39	2.409,19	11.352,79	13.761,98

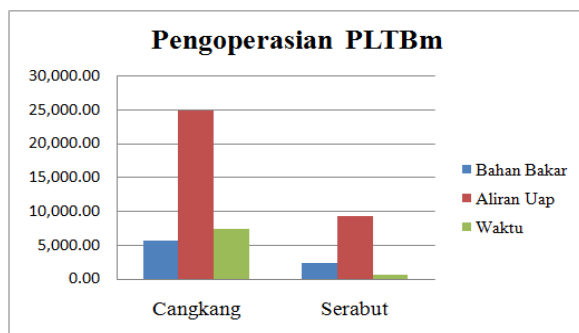
4.4 Analisis Sisa Bahan Bakar

- Kebutuhan bahan bakar *boiler* pada pabrik adalah 16,8438 ton uap/jam memerlukan bahan bakar sebanyak 4,2328 ton bahan bakar/jam dengan campuran bahan bakar (82 %) serabut 3,47089 ton dan (18%) cangkang 0,7619 ton.
- Bahan bakar serabut yang tersedia masih berlebih atau bersisa dalam satu tahun sebanyak 13.727,45 - 11.352,791 ton = 2.374,659 ton atau 685.801,5192 kWh.
- Bahan bakar cangkang yang tersedia masih berlebih atau bersisa dalam satu tahun sebanyak 8.007,69 - 2.409,18686 = 5.598,503 ton 1.957.012,709 kWh.
- Total energi yang yang dapat dibangkit dari sisa bahan bakar serabut dan cangkang yang tersedia adalah 2.642.823,228 kWh. Energi yang dihasilkan genset 1 dan genset 2 adalah 741.610 kWh dengan konsumsi bahan bakar solar 62.329 liter jika PLTBm dioperasikan untuk penggunaan genset maka masih tersisa 2.642.823,228 kWh – 741.610 kWh = 1.901.213,228 kWh dan dapat mengurangi pemakaian solar 62.329 liter.



Gambar 4.1. Kebutuhan Bahan Bakar *Boiler* per jam Untuk Mengoperasikan PLTBm

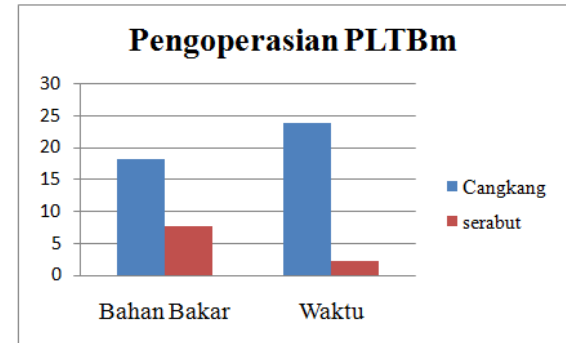
- Dari bahan bakar 2.374,659 ton serabut dan 5.598,503 ton cangkang yang masih berlebih atau tersisa dalam satu tahun yang dapat digunakan untuk kebutuhan uap 16,8438 ton uap/jam untuk *boiler* jika menggunakan campuran bahan bakar per jam yaitu 3,47089 ton/jam serabut (82%) dan 0,7619 ton/jam cangkang (18%) untuk penambahan waktu operasi PLTBm dengan daya yang dihasilkan yaitu 1.252,99 kW stiap jam bahan bakar yang tersedia cangkang 7.348,0811 jam dan serabut 684,1642 jam.



Gambar 4.2. Bahan Bakar, Aliran Uap, Waktu Untuk PLTBm Dengan Campuran Cangkang 82% dan Serabut 18% Untuk Setahun

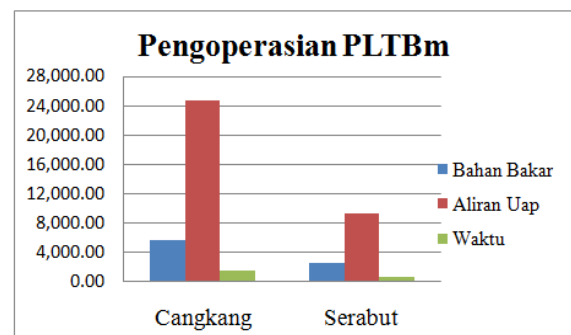
- Dari bahan bakar 2.374,659 ton serabut dan 5.598,503 ton cangkang yang masih berlebih atau tersisa dalam satu hari yang dapat digunakan untuk konsumsi *boiler* dengan campuran bahan bakar yaitu 3,47089 ton /jam serabut (82%) dan 0,7619 ton/jam cangkang (18%) untuk penambahan waktu operasi PLTBm dengan daya yang dihasilkan yaitu 1.252,99 kW setiap jam bahan bakar yang tersedia cangkang (18,1769 ton) 23,8574 jam

kerja/hari atau 80,3603 ton uap/hari sedangkan serabut (7,7098 ton) 2,2212 jam kerja/hari atau 29,9315 ton uap/hari.



Gambar 4.3. Bahan Bakar, Waktu Untuk PLTBm dengan Campuran Cangkang 82% dan Serabut 18 % Untuk Sehari

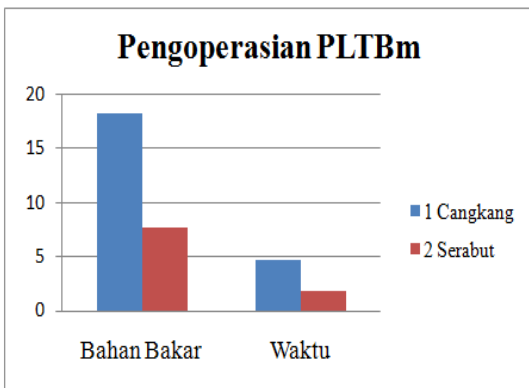
- Dari bahan bakar 2.374,659 ton serabut dan 5.598,503 ton cangkang yang masih berlebih atau tersisa dalam satu tahun yang dapat digunakan untuk konsumsi *boiler* berdasarkan kebutuhan uap jika tanpa campuran bahan bakar per jam yaitu untuk penambahan waktu operasi PLTBm dengan daya yang dihasilkan yaitu 1.252,99 kW yaitu bahan bakar yang tersedia murni menggunakan cangkang 1.469,4416 jam sedangkan serabut 547,3171 jam.



Gambar 4.4. Bahan Bakar, Aliran uap, PLTBm Tanpa Melakukan Campuran Untuk Setahun

- Dari bahan bakar 2.374,659 ton serabut dan 5.598,503 ton cangkang yang masih berlebih atau tersisa dalam satu tahun yang dapat digunakan untuk konsumsi boiler berdasarkan kebutuhan uap jika tanpa campuran untuk penambahan waktu operasi PLTBm yaitu dengan daya yang dihasilkan yaitu 1.252,99 kWh/jam bahan bakar yang tersedia murni cangkang (18,1769 ton) 4,7709 jam atau 80,36

ton uap/hari sedangkan serat (7,7099 ton) 1,777 jam atau 29,9314 ton uap/hari.



Gambar 4.5. Bahan Bakar, Waktu Untuk PLTBm Tanpa Melakukan Campuran

5. Kesimpulan

- Selama tahun 2017 PT. Fajar Saudara Kusuma, PKS Sambas mendapatkan pasokan kelapa sawit sebanyak 114.425,38 ton tandan buah segar yang berasal dari PT. DSU, PT. MJL, PT. FSK, dan mitra. PKS memerlukan waktu untuk mengolah kelapa sawit menjadi minyak CPO selama 308 hari.
- Dalam pengolahan kelapa sawit pada PT. Fajar Saudara Kusuma selama 2017 menghasilkan limbah cangkang adalah sebesar 8.007,69 ton sedangkan limbah serabut adalah sebesar 13.727,45 ton dengan nilai kalor pada cangkang 17.811,98693 kJ/kg dan serabut 15.641,79106 kJ/kg, sehingga potensi energi limbah sawit cangkang dan serabut pada PT. Fajar Saudara Kusuma Tahun selama 2017 adalah limbah cangkang adalah sebesar 142.632,8696 GJ atau setara dengan 39.623.411,17 kWh dan energi dari limbah serabut adalah sebesar 214.721,9047 GJ atau setara dengan 59.649.745,12 kWh.
- Dengan menggunakan jenis boiler ketel uap darat tetap jenis pipa air, efisiensi 70%, tekanan kerja 28 Kg/Cm2 atau 27,94895 bar, temperatur uap 400 °C, suhu air umpan 100 °C, entalphy uap 3.226,3 kJ/kg, entalphy air umpan 419 kJ/kg, efisiensi turbin sebesar 50%, dengan input bahan bakar serabut 3,47089 ton/jam dan cangkang 0,7619 ton/jam dapat menghasilkan uap sebesar 16,8438 ton uap/jam atau setara 1252.99 kW.
- Dari analisis pada PKS PT. Fajar Saudara Kusuma didapatkan kelebihan sisa bahan bakar

yang tidak digunakan selama tahun 2017 yaitu cangkang adalah 5.598,503 ton atau 24.750,98176 ton uap dan sisa serabut 2.374,659 ton atau 9.218,90117 ton uap.

- Total energi yang dapat dibangkit dari sisa bahan bakar serabut dan cangkang yang tersedia adalah 2.642.823,228 kWh. Energi yang dihasilkan genset 1 dan genset 2 adalah 741.610 kWh dengan konsumsi bahan bakar solar 62.329 liter jika PLTBm dioperasikan untuk penggunaan genset maka masih tersisa $2.642.823,228 \text{ kW} - 741.610 = 1.901.213,228 \text{ kWh}$ dan dapat mengurangi pemakaian solar 62.329 liter.
- Dari bahan bakar 2.374,659 ton serabut dan 5.598,503 ton cangkang yang masih berlebih atau tersisa dalam satu tahun yang dapat digunakan untuk kebutuhan uap 16,8438 ton uap/jam untuk boiler dengan komposisi campuran bahan bakar yaitu serabut 3,47089 ton/jam (82%) dan 0,7618 ton/jam cangkang (18%) untuk penambahan waktu operasi PLTBm dengan daya yang dihasilkan 1.252,99 kW setiap jam bahan bakar yang tersedia yaitu cangkang 7.348,0811 jam dan serabut 684,1642 jam.
- Dari bahan bakar 2.374,659 ton serabut dan 5.598,503 ton cangkang yang masih berlebih atau tersisa dalam satu tahun yang dapat digunakan untuk 16,8438 ton uap/jam untuk boiler berdasarkan kebutuhan uap jika tanpa campuran bahan bakar per jam yaitu untuk penambahan waktu PLTBm dengan daya yang dihasilkan 1.252,99 kW setiap jam bahan bakar yang tersedia yaitu bahan bakar yang tersedia murni menggunakan cangkang 1.469.4416 jam sedangkan serabut 547,3171 jam.

Daftar Pustaka

- [1] Lacrosse, L. (2004) *Clean and Efficient Biomass Cogeneration Technology in ASEAN*, COGEN 3 Seminar on "Business Prospects In Southeast Asia For European Cogeneration Equipment", 23 November 2004, Krakow, Poland.
- [2] Fauzi, 2017. *Potensi Limbah Perkebunan Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Di Wilayah Kalimantan Barat*. Tesis Magister Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.

- [3] McKendry Peter, *Energy production from biomass (part 1): overview of biomass*, Bioresource Technology 83 (2002) 37–46.
- [4] Putra, Agus Dwi. 2017. *Studi Potensi Limbah Biomassa Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di PT. Perkebunan Nusantara XIII PKS*. Skripsi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.
- [5] Jan Sandberg, et al, (2010), “A 7 year long measurement period investigating the correlation of corrosion, deposit and fuel in a biomass fired circulated fluidized bed boiler”, *Applied Energy* 88, Pages 99-110.
- [6] Widell H., (2012), “AET Spreader stoker travelling grate-fired boilers for Biomasa”, *IDA Energy Seminar: Biomasa Combustion – Challenges in Fluid Bed and Grate-firing*, March 15.
- [7] Erhaneli, dan Elsi Alfionita Syawal. 2017. *Pemanfaatan Cangkang dan Serabut Sebagai Bahan Bakar pada PLTU Untuk Memenuhi kebutuhan Listrik Masyarakat Kabupaten Bungo*. Jurnal Vol.19 No.1 Februari 2017, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang.
- [8] Wibowo, Ari. 2016. *Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Biomassa Sawit (PLTBS) Kapasitas 5 MW*. Program Studi Teknik Mesin, Politeknik LPP Yogyakarta. Jurnal Mekanika dan Sistem Termal, Vol. 1(2).
- [9] Ya’ Suharnoto, 2017. *Studi Pemanfaatan Limbah Sawit Sebagai bahan bakar PLTU Biomasa Di Kabupaten Landak*. Tesis Magister Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.
- [10] Parinduri, Luthfi. *Analisa Pemanfaatan Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Untuk Sumber Pembangkit Listrik*. Journal of Electrical Technology, Vol. 1, No. 2, Juni 2016.
- [11] Harris; aman, S.; Mahmudsyah, S. 2013. *Studi Pemanfaatan Limbah Padat dari Perkebunan Kelapa Sawit pada PLTU 6 MW di Bangka*

Belitung. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1.

Biografi

Michel lahir di Pontianak, 26 Desember 1995, anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Ibu Tini dan Bapak Tan Hok Ciang. Memulai pendidikan di SDN 09 Wajok Hulu dan lulus pada tahun 2008. Melanjutkan pendidikan ke SMPN 18 Pontianak dan lulus pada tahun 2011. Melanjutkan ke SMAS Santo Fransiskus Asisi Pontianak dan lulus pada tahun 2014. Memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak pada tahun 2019.

Telah Menyetujui

Pembimbing Utama,



Ir. Junaidi, M.Sc
NIP. 195908281986021001

Pembimbing Pembantu,



Ir. Danial, MT
NIP. 196202121992031002

